

BŐGEL GYÖRGY – NAGY DÁNIEL ATTILA

**MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
A GAZDASÁGBAN**

BÖGEL GYÖRGY
NAGY DÁNIEL ATTILA

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA A GAZDASÁGBAN


TYPOTEX

© Bőgel György, Nagy Dániel Attila, Typotex, Budapest, 2025
Engedély nélkül semmilyen formában nem másolható!

A 9. fejezet *Szerzői jogi problémák* és *A magánélet védelme, személyes adatok biztonsága* című alfejezetei, valamint *Az MI szabályozása* című 10. fejezet szerzője Nagy Dániel Attila.

ISBN 978 963 493 343 4

Kedves Olvasó!
Köszönjük, hogy kínálatunkból választott olvasnivalót!
Újabb kiadványainkról, akcióinkról a www.typotex.hu
és a facebook.com/typotexkiado oldalakon értesülhet.

Typotex Kiadó
Alapította Votisky Zsuzsa, 1989
A kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.
Felelős kiadó: Németh Kinga
Felelős szerkesztő: Juhász Emese
Szerkesztette és tördelte: Leiszter Attila
Borítóterv: Tillai Tamás
Készült a Multiszolg Bt. nyomdájában
Felelős vezető: Kajtor Bálint

TARTALOM

1 BEVEZETÉS: LELKESEDÉS ÉS FÉLELEM	9
Mit mutatnak az adatok?	10
Időzítés, tartalom és szerkezet	18
<i>A szerzőkről</i>	22
 2 NYARAK ÉS TELEK: A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA TÖRTÉNETE	23
...de mi is az az intelligencia?	24
Hullámhegyek és hullámvölgyek	27
MI-nyarak és MI-telek	32
Neuronok és neurális hálók	34
Big data	37
Mér földkövek	38
A nagy nyelvi modellek	40
Néhány tanulság	45
 3 ÉLET A KAZALBAN: A KÍNÁLATI OLDAL JÁTÉKOSAI	
Az informatikai kazal a PC világában	48
Új kazal: mesterséges intelligencia	52
Infrastruktúra: lapát és nadrág mindenkinek kell	56
Modellek és alkalmazások	62

4 A GDP-TŐL A VIRTUÁLIS ÜGYNÖKÖKIG:

HATÁS A GAZDASÁGRA	70
Az infokommunikációs szektor mérete	71
Történelmi tanulságok: az alkalmazkodáshoz idő kell	72
Számítógép: késleltetett hatások	75
A „termelékenység paradoxon” magyarázata	81
Mesterséges intelligencia és termelékenység	84
Revolúció vagy evolúció? Az MI terjedése a gazdaságban	86
Merész befektetők, óvatos felhasználók	91
Munkaerőpiaci következmények	97
Virtuális ikertestvérek, robotok	104
Virtuális ügynökök, önvezető autók, digitális asszisztensek	111

5 HIPOTÉZISEK ÉS FELISMERÉSEK:

HATÁS A TUDOMÁNYRA	121
Folyóiratok és laboratóriumok	122
Technopessimisták és technooptimisták	124
Gyorsaság és hatékonyság	125
Robotok és MI a laboratóriumokban	128
Az egyik legígéretesebb terület: gyógyszerkutatás, egészségügy	131
A múlt feltárása	136
Publikálás és plagizálás	138
Emberi és gépi agy	141

6 BARÁT VAGY ELLENSÉG? HATÁS AZ OKTATÁSRA

	144
Gyorsfénykép az oktatásról	146
Járvány: digitalizálás és online oktatás	148
A távoktatástól a mesterséges intelligenciáig	151
A generatív MI hatása: kísérletezés és tanulás	157
Ígéretes és remények	160
Nem árt a józanság	166

7 MŰVÉSZET, SZÓRAKOZTATÁS ÉS SPORT	168
Képek és árák	169
Filmek és filmszínészek	173
Zene	178
Szupersztárok és omnisztárok	180
Sport	184
 8 POLITIKA ÉS HÁBORÚ	191
Kína és India felemelkedése	193
Kihagyhatatlan lehetőség: lendületben a globalizáció	196
Felfelé az értékláncon	198
Fordulópont a globalizációban (?)	200
Amerika vs. Ázsia: nagyhatalmi törekvések a mesterséges intelligenciában	203
Britek, németek és franciák	207
Oroszország	213
Mesterséges intelligencia a háborúban	216
Nacionalizmus és/vagy kooperáció	218
 9 KOCKÁZATOK ÉS MELLÉKHATÁSOK	220
Hétköznapi és egzisztenciális kockázatok	221
Előítéletek, diszkrimináció	224
Tévedés és hallucinálás	226
Szerzői jogi problémák	228
A magánélet védelme, személyes adatok biztonsága	232
Megfigyelés, profilozás és manipulálás	235
Szabályozási előzmények	237
Szabályozási dilemmák	238

10 AZ MI SZABÁLYOZÁSA	247
Kína	248
Amerikai Egyesült Államok	250
Japán	252
Oroszország	253
India	255
Izrael	255
Európai Unió – az AI Act	256
11 HATÁR A CSILLAGOS ÉG? A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FEJLŐDÉSÉNEK KORLÁTAI	264
Keserű tanulság: a brutális erő legyőzi az emberi tudást?	265
Ami a felskálázáshoz kell	268
Hol a határ?	271
Kiapadó adatforrások?	274
Hardver és architektúra	276
Energia és fenntarthatóság	279
FORRÁSOK JEGYZÉKE	285
NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ	297

BEVEZETÉS: LELKESEDÉS ÉS FÉLELEM

Ebbe a könyvbe egyetlen mondatot sem írt a mesterséges intelligencia. Ha írt volna, feltüntettük volna a társszerzők között. De nem írt, ezért meg kell elégednie egy köszönetnyilvánítással itt rögtön az elején. Köszönet azoknak jár, akik segítettek a kötet megszületését és megjelenését, megkönnyítették a szerzők életét. El kell ismernünk, hogy a mesterséges intelligencia hasznos segítőtársnak, vagy mondjuk így: szerzői asszisztensnek bizonyult. Villámgyorsan keresett meg szakirodalmi forrásokat és adatokat, hasznos összefoglalókat, vázlatokat, tartalmi és szerkesztési ajánlásokat készített, kérdések és kérések sorozatát követve hajlandó volt mélyen belefújni magát egy-egy összetettebb problémakörbe, hasznos, bár korántsem tökéletes fordításokat produkált, ha elakadt a munka, jó ötletekkel állt elő.

Egyszer sem engedték meg, hogy önállósítsa magát, átvegye az uralmat a szöveg fölött: a véleményét mindig csak ajánlásnak tekintettük, amit néha elfogadtunk, néha nem, de mindig ellenőriztük és átgondoltuk, a gépi szövegeket gondosan eltettük a fejezetek szerint rendezett sok egyéb forrás közé. A szerzők számára az írás tehát tanulást is jelentett: saját munkánk során kipróbáltuk, mire képes a mai generatív mesterséges intelligencia. Minden bizonnyal sok millió ember teszi mostanában ugyanezt: kísérletezik, próbálkozik, tanul. Egyre többet tud meg a technológiáról, a különböző modellekről és eszközökről, és

eközben nyilván elgondolkodik arról is, hogy hová vezethet ez az egész, mit várhat tőle, minek kell örülni, mitől kell megijedni. Felejtsük el az életkori korlátokat: Henry Kissinger, az USA volt külügyminisztere 2024-ben, százéves korában, két neves szerzőtárral együttműködve a mesterséges intelligenciáról publikálta utolsó könyvét.

A mesterséges intelligencia sokak fantáziáját megmozgatja. A ki-egyensúlyozottak mellett számos szélsőséges vélemény is megjelenik, világvége-forgatókönyvek látnak napvilágot, legyen az a zárlat bármilyen, lelkesítő vagy félelmetes. A magunk részéről azt javasoljuk az olvasónak, hogy ahol csak lehet, elsősorban tényekre, adatokra támaszkodjon, adatbázisokban kutakodjon, csak ezek után döntse el, mit várhat a mesterséges intelligenciától. Adatokban gazdag könyvet akartunk írni.

Mit mutatnak az adatok?

Bár nem mutatnak meg mindent, az adatok sok mindent elárulnak. Kezdjük tehát az adatokkal, és vonjunk le belőlük néhány következtetést! Az alábbi információkat (az utolsó pont kivételével) az oxfordi székhelyű, *Our World in Data* nevű, globális problémákra koncentrááló tudományos projekt mesterséges intelligenciát tárgyaló online összeállításából, gondosan válogatott és hivatkozott grafikonjaiból emeltük ki 2025 első napjaiban. Az olvasó az adatok egy részével bővebb magyarázatok kíséretében a könyv egyes fejezeteiben is találkozni fog, most elsősorban a nagyságrendekre és a fő fejlődési irányokra érdemes figyelni.

TECHNOLÓGIA ÉS MÉRETEK

- Az első digitális számítógépek a múlt század negyvenes éveinek végén készültek. Az ötvenes évek második felében született meg az első olyan mesterséges neurális háló, amely képes volt nagyon egyszerű képi elemek felismerésére. Az új évszázad tízes éveiben

jelent meg a képek és a nyelv felismerésében az emberekkel vetekedő mesterséges intelligencia.

- A Claude Shannon által 1950-ben szerkesztett Theseus nevű, egyszerű labirintusban navigálni tudó robotegeret nagyjából 40 FLOP-nyi művelettel tréningezték. A bonyolult matematikai feladatok megoldására alkalmas, 2022-ben akadémiai célokra épített Minerva tréninganyaga 2,7 milliárd petaFLOP volt.
- A mesterséges intelligencia (MI) modelljeinek tréningezéséhez használt adatpontok száma 1950 és 2024 között néhány tucatról egytrillió fölé növekedett.
- A mesterséges intelligencia modelljeibe beépített, tréningezéssel beállított paraméterek (súlyok) száma 1950 és 2024 között néhány tucatról egytrillió fölé nőtt.
- A nagyméretű MI-modellek száma 2020-ban kezdett emelkedni. 2024-ben már több száz volt jelen a piacon. A legmeredekebben a nyelvi modellek száma nőtt, a többi területen (pl. számítógépes látás, képek, videók, hangok generálása, biológia, játékok stb.) sokkal kevesebb van jelen, az utóbbiak száma csak 2022-től kezdett gyarapodni.
- A grafikus processzorok (GPU-k) a mesterséges intelligencia rendszereinek kulcsfontosságú elemei. A 2006 és 2021 között piacra vitt GPU-k adataiból megállapítható, hogy azok egy dollár költségre vetített teljesítménye (FLOP/s/\$) nagyjából 2,5 évenként megduplázódik. A gépi tanulásos rendszereknél használt GPU-k esetében a fejlődés ennél valamivel gyorsabb: 2,07 év.
- A 2016-ban megjelent AlphaGo Master tréningezésének hardver- és energiaköltsége megközelítette az egymillió dollárt. A GPT-3 esetében ez a szám körülbelül tízmillióra becsülhető, a GPT-4 tréningezési költsége ennél ötször-tízszer nagyobb lehet.

FEJLESZTŐI TUDÁS

- 2013-ban négyezernél valamivel kevesebb mesterséges intelligenciával összefüggő szabadalmat jegyeztek be, 2020-ban több mint 56 ezret. A szabadalmak több mint fele a számítógépek és a távközlés

szektorához kapcsolódott. Egymillió lakosra vetítve 2020-ban a legtöbb szabadalmi bejelentés az USA-ból, Németországból, Kínából, Dél-Koreából, Japánból és Ausztráliából érkezett.

- 2013-ban nagyjából háromszázezer tudományos publikáció (cikk, könyv, előadás-összefoglaló, disszertáció stb.) jelent meg a mesterséges intelligencia fejlesztéséről és használatáról. A számuk folyamatosan emelkedik, 2021-ben már meghaladta a nyolcszázazretet.
- 2010-ben tízezernél kevesebb résztvevője volt a mesterséges intelligenciával foglalkozó tizenhárom legnagyobb konferenciának. A rekordév 2020 volt nyolcvanezer fős részvétellel. 2023-ban a látogatottság már csak kicsivel volt több hatvanezernél.

BEFEKTETÉSEK

- 2019-ben globálisan 889 millió dollárt fektettek generatív mesterséges intelligenciába; 2023-ban több mint 22 milliárdot.
- A mesterséges intelligenciába történő vállalati befektetések (*corporate investment*) nagysága 2013-ban nagyjából 17 milliárd dollár volt. A 2021-es rekordévben a befektetett összeg meghaladta a 337 milliárdot. A következő két évben számottevő csökkenést mértek, 2023-ban „csak” 168 milliárdot regisztráltak. A befektetésekben nagy aránnyal szerepelnek a felvásárlások és összeolvadások.
- Az MI-tárgyú magánbefektetések (*private investment*) tekintetében az Amerikai Egyesült Államok messze lehaladta az Európai Uniót és Kínát. A befektetések nagysága 2021-ben globálisan nagyot ugrott, majd a következő két évben visszaesett. Az infrastruktúra fejlesztésére és az MI irányítására (*AI governance*) fordított befektetések meredeken emelkedtek, miközben egyes fontos felhasználási területeken (gyógyítás, arcfelismerés, drónok) 2021 után csökkentek.
- 2023-ban a legtöbb, legalább másfél millió dolláros befektetéssel induló, mesterséges intelligenciával foglalkozó vállalkozás az USA-ban született, a második helyezett az EU és az Egyesült Királyság között. Kínában a 2021-es csúcsev óta csökkent az ilyen startupok száma.

GÉPI KÉPESSÉGEK ÉS TELJESÍTMÉNY

- A sakkozók tudását az úgynevezett Elo értékelési rendszerrel mérik. (A rendszer Élő Árpád magyar származású amerikai fizikusról kapta a nevét.) A számítógépes sakkozóprogramok teljesítménye pár évvel az ezredforduló után elérte, majd meghaladta az emberekét.
- Egyes, az intelligencia szempontjából fontos képességek tekintetében az emberek és a mesterséges intelligencia teljesítménye tesztek segítségével összevethető egymással. Az MI a következő képességeknél az elmúlt évtizedben, tehát 2014 és 2024 között utolérte és felülmúlta az embereket: olvasás és megértés, képfelismerés, nyelvtudás, beszédfelismerés, kézírás felismerése, előrejelzés. A képességek fejlődése kezdetben rendkívül gyors volt, a periódus végén lelassult.
- Az úgynevezett MMLU (*Massive Multitask Language Understanding*) teszt a nagy nyelvi modellek képességeinek értékelésére és összehasonlítására szolgál. Nagyjából 16 ezer feleletválasztós kérdésből áll a legkülönbözőbb szakterületekről (matematika, filozófia, orvostudomány stb.) összeválogatva. Az emberi szakértők teljesítményét 90%-osra becsülik. 2020-ban a legjobb gépi teljesítményt a GPT-3 produkálta 43,9%-kal. 2024-ben az élvonalbeli modellek átlépték a 90%-ot.

SZAKEMBERÁLLOMÁNY

- 2023-ban a figyelemre méltó MI-rendszerek fejlesztői közül a legtöbb a vállalati szférában dolgoztak, akadémiai szervezetekben jóval kevesebben. Jelentős volt a közös vállalati-akadémiai programok aránya. A 2015-öt megelőző években általában még az akadémiai szektor adta a több közreműködőt.
- 2010-ben az USA-ban és Kanadában az üzleti és az akadémiai szféra nagyjából fele-fele arányban osztozkodott az MI-vel foglalkozó végzett PhD-hallgatókon. 2022-re az akadémiai kör teljesen visszaszorult, a legtöbb friss doktor az üzleti világba áramlott.
- Az MI-tudást elváró álláshirdetések aránya az USA-ban a legmagasabb. A megfigyelt országok körében ez az arány 2022-ben járt a csúcson, azóta valamelyest csökkent.

NEMZETKÖZI VERSENY

- A legtöbb nagy MI-rendszer az Amerikai Egyesült Államokban született, a második helyezett Kína, a harmadik az Egyesült Királyság, a negyedik Franciaország. Vannak „multinacionális” rendszerek is.
- A logikai chipek tervezésében az USA piaci részesedése 2021-ben 61% volt, Kínáé 9%. Gyártásukban Tajvan vezetett 47%-os piaci részesedéssel a 27%-kal bíró USA előtt.
- 2023-ban már sok ország rendelkezett valamilyen megfogalmazott és nyilvánosságra hozott nemzeti MI-stratégiával. Ezen a téren feltűnő Afrika lemaradása, ahol csak néhány ország készített ilyen kormányzati dokumentumot.

KOCKÁZATOK ÉS SZABÁLYOZÁS

- 2013-ban mindössze hat jelentősebb MI-incidenst (például valamilyen nagy kárt okozó hamis videó megjelenését) jelentettek globálisan, tíz évvel később már 123-at.
- Egy nemzetközi felmérés szerint Pakisztánban az emberek 52%-a úgy véli, hogy a mesterséges intelligencia a következő egy-két évtizedben jelentős kárt fog okozni az emberiségnek. Japánban és Kínában jóval optimistábbak a lakosok, náluk ez az arány mindössze 13%. Optimisták a németek is. Az Egyesült Államokban a megkérdezettek 35%-a nyilatkozott negatívan.
- 2023-ban már számos országban léteztek mesterséges intelligenciára vonatkozó állami törvények vagy más szabályok, de sokfelé még nem foglalkoztak ezzel, vagy nincs információ ilyenekről.

TERJEDÉS

- Az OpenAI 2022-ben útjára bocsátott chatbotja néhány hét alatt elérte a százmilliós felhasználói számot, ami piaci világrekordnak számít.
- 2024-ben az OpenAI pénzügyi vezetője egy interjúban megemlítette, hogy a szervezet bevételeinek háromnegyede magánszemélyektől

(tehát nem vállalatoktól) származik. Felmérések során kevés vállalat állította, hogy mesterséges intelligenciát használ, az alkalmazottak viszont annál többen. 2024-ben Amerikában a szoftverfejlesztők 78%-a jelezte, hogy hetente legalább egyszer MI-támogatással dolgozik, majdnem kétszer annyian, mint egy évvel korábban. Hasonló duplázódást mértek humánpolitikai szakembereknél is.

ELISMERÉS

- Bár a fenti pontokban megjelenő milliók, milliárdok és trilliók után a kettő nagyon kicsi számnak tűnik, mégis van olyan terület, ahol ennyi is soknak számít. 2024-ben két Nobel-díj kapcsolódott közvetlenül a mesterséges intelligenciához. A fizikait Geoffrey Hinton és John Hopfield kapta a neurális hálók és a gépi tanulás területén végzett tudományos munkájáért. A kémiai díjat David Baker, Demis Hassabis és John Jumper (utóbbi kettő a Google leánycégénél, a londoni székhelyű DeepMindnél dolgozik) vehette át a komplex proteinstruktúrák előrejelzési modelljéért.

A fenti, illetve a könyv további fejezeteiben közölt adatokból fontos következtetéseket vonhatunk le, persze fenntartva a tévedés jogát. Lássunk néhányat ezek közül!

Az MI-modellek méretei folyamatosan nőnek, ami újabb, alkalmanként nem várt képességek megjelenését eredményezi. A méretbeli növekedést döntő technológiai trendek teszik lehetségessé.

A mesterséges intelligencia élvonalbeli eszközeinek képességei több területen utolérték és meghaladták az emberekéit. Több területen, de nem mindenütt. Az általános intelligencia (*general intelligence*) tekintetében az ember egyelőre verhetetlennek tűnik, de ez a végvár is heves ostrom alatt áll.

A mesterséges intelligencia szektorának jelenleg a generatív MI a legnagyobb érdeklődést kiváltó területe. A felhasználók száma eddig rekordgyorsasággal növekedett, de kérdéses, hogy ez a száguldás meddig tart. Olyan hálózati hatásra (a hálózat értéke a csatlakozók

számának függvényében exponenciálisan nő), mint amilyen például a telefon, az internet vagy a közösségi hálók esetében volt tapasztalható, aligha lehet számítani. Fontos tényező viszont az a lehetőség, hogy a géppel egyszerű emberi nyelven lehet értelmesen kommunikálni.

Az egyéni felhasználók száma gyorsan nő, a komolyabb vállalati alkalmazások száma viszont egyelőre csekély. Az MI-fejlesztők és -szolgáltatók különböző üzleti modellekkel kísérleteznek, még nem teljesen világos, hogy hosszabb távon miként tudnak elegendő pénzt keresni. Kérdéses, hogy a korábbi üzleti modellek (például a Google rendkívül jövedelmező reklámmodellje) beválhatnak-e a generatív mesterséges intelligencia esetében is. Kétségtelen, hogy a piac méretéről, távlati jövedelemszerző képességéről szóló előrejelzések rendkívül optimisták.

A kiterjedt méretű, élvonalbeli (*frontier*) modellek tréningezése drága mulatság, amit csak gazdag cégek vagy más, erőforrásokban bővelkedő szervezetek engedhetnek meg maguknak. Az adat- és tőkeigény miatt a piac koncentrálódik, egyes nagy cégek, leginkább az öt nagy technológiai vállalat (Microsoft, Alphabet, Meta, Amazon, Apple) messze kiemelkedhetnek a mezőnyből, pláne akkor, ha ehhez állami segítséget is kapnak, összefonódnak a politikával.

A fejlesztés súlypontja az akadémiai szférából átkerül a vállalatiba. A mesterséges intelligencia eszközeit már sokfelé sikeresen alkalmazzák, de a terjedése lassúbb a vártnál, aminek több oka van. A terjedést tekintve nagy különbségek mutatkoznak az eltérő szektorok között. Látványos helyi eredmények ellenére a GDP-ben és a termelékenységekben az MI egyelőre nem hozott jelentősebb változásokat.

Az utóbbi években rengeteg pénz áramlott a mesterséges intelligenciába. Nehéz megmondani, hogy a jelenlegi, több mutató alakulásából is érzékelhető visszaesés alapvető fordulatot jelez-e, vagy átmenetinek bizonyul. Arra is van esély, hogy a „befektetési lufi” kipukkan, a nagy felhajtást kiábrándulás követi, a fejlődés ugyanazt a pályát futja be, mint az ezredfordulón a *dotcom*-válság előtt, alatt és után az egész informatikai szektornál.

A generatív mesterséges intelligencia a befektetések és a figyelem szempontjából kivételes helyzetben van, fejlődésében egyelőre nem mutatkozik törés. Ilyen törést például az okozhatna, ha a mesterséges intelligencia fejlesztésének és használatának jellemzőit alapjaiban változtatná meg egy vagy több olyan diszruptív innováció, amelyet Clayton Christensen (1997) az innovátorok dilemmájáról szóló, ma már klasszikusnak számító könyvében leírt. Ez a mostaninál jóval olcsóbb, de hasznos képességekkel bíró és fölöttébb fejlődőképes megoldásokat jelentene. Ilyenekről időről időre felröppennek hírek, de az információk ellenőrzéséhez és a piaci bizonyításhoz távlat kell (lásd például Daron Acemoglu [2025] írását a kínai DeepSeek megjelenéséről).

A mesterséges intelligencia fejlődésének és terjedésének határt szabhat egyes fontos források (adat, energia, infrastruktúra, technikai kapacitások) kimerülése. A korlátok megszüntetésén, a határok kiszélesítésén sokan dolgoznak, komoly fejlesztések, kreatív megoldások várhatók.

A mesterséges intelligencia fejlesztésében és hasznosításában heves verseny folyik országok és régiók között. A legfontosabb játékosok az USA, Kína, az Európai Unió és az Egyesült Királyság. A verseny nagyon bonyolult geopolitikai helyzetben folyik, az eddigi együttműködési és kereskedelmi rend, a globalizáció folyamata megváltozik, újabb belső és külső konfliktusok robbanhatnak ki. A jelenlegi ellátási láncoknak számos politikailag kényes pontja van. A mesterséges intelligenciára sokfelé a hatalom megtartásának vagy megszerzésének eszközeként, a fegyverkezési verseny tényezőjeként tekintenek.

A mesterséges intelligencia terjedése hatással van a munkaerőpiacra, de tömeges munkanélküliséget egyelőre nem okozott. A piacon az iránta való szakértelem jó ajánlólevél, bár némi visszaesés ezen a téren is mutatkozik. A tömeges és eredményes használatnak fontos feltétele az oktatás felzárkózása; élvonalbeli szakemberekért erős konkurencia bontakozott ki vállalatok, szektorok és országok között.

A mesterséges intelligencia ma az egyik legfontosabb tudományos szakterület, ahol rengeteg projekt folyik és számtalan publikáció születik. Nincs ember, aki ezt a világot teljes egészében át tudná tekinteni.

A biztonság és a felelősség kérdését nem lehet megkerülni. Sok ember aggódva néz a mesterséges intelligenciára, és ennek sajnos megvan az alapja. A „vadnyugati” fejlődési szakaszt észszerű és körültekintő szabályozásnak kell követnie. A szabályozás módja és mértéke politikai kérdéssé vált. Az MI globális jelenség, tehát az általa okozott problémák is globálisak, ezért féltő, hogy ehhez illeszkedő szabályozás nélkül hosszabb távon nem lehet megenni.

Végezetül még egy következtetés: a mesterséges intelligencia olyan, mint a mókus a fa tetején: mire odanézel, már nincs ott. A változások gyorsak, nagy ugrások, hirtelen fordulatok, lavinaszerű eseménysorok sem ritkák. Ezt e könyv szerzőiként is figyelembe kellett vennünk, ezért fontos, hogy ismerjük az időzítést.

Időzítés, tartalom és szerkezet

E könyv megírását több éves anyaggyűjtés előzte meg. A „megelőzte” persze nem jó szó, hiszen az adatok, információk, példák, elemzések gyűjtését, a szakirodalom követését nem lehetett abbahagyni, a kész szövegekbe is rendszeresen bele kellett nyúlni. Mindazonáltal egy ponton azt kellett mondanunk, hogy eddig és ne tovább: el kell fogadni, hogy a kéziratot egyszer le kell zárni. Ez a pillanat a mi esetünkben 2025 januárjában jött el, azokban a napokban, amikor az Amerikai Egyesült Államokban beiktatták a régi-új elnököt. Ekkor küldtük el a kész fejezeteket egyenként a kiadónak. A leírtak az addigi állapotot tükrözik.

Lényeges és megbízható adatok nagyjából 2023-ig álltak rendelkezésre, a 2024-es hivatalos statisztikák természetesen még nem futottak be, de részadatokat, előrejelzéseket, becsléseket szerencsére találtunk. Utóbbiakat óvatosan kell kezelni, noha a régebbi, alapjában megbízható forrásokból származó adatokkal is vigyázni kell, már csak azért is, mert a mesterséges intelligenciának nincs egységes, mindenfelé elfogadott definíciója, következésképpen a határvonalai is homályosak,

a fejlődése összemosódik más technológiák pályájával, gazdasági ciklusokkal, mindenféle társadalmi, politikai trendekkel. A mesterséges intelligencia jóval több, mint a manapság legnagyobb figyelmet keltő generatív változata. Mivel fontos és kényes technológiáról van szó, sok dolog titkos körülötte, gondoljunk csak a katonai fejlesztésekre vagy a stratégiai jelentőségű vállalati projektekre.

A mesterséges intelligencia úgynevezett általános célú technológia (*general purpose technology*), ami sokfelé megjelenhet és sok mindent átalakíthat. Teljes képet lehetetlen adni róla, nincs hely mindennel foglalkozni. Ebből a könyvből is sok fontos dolgot hagytunk ki: amit nyújtunk, az inkább csak valamiféle válogatás. Néhány rövid utalást leszámítva nem foglalkoztunk például Magyarország helyével, szerepével és esélyeivel ebben a világban, pedig ez nyilván fontos lenne. Nem adunk módszertani ajánlásokat nemzeti vagy vállalati MI-stratégiák készítéséhez és megvalósításához sem, és hasonló a helyzet az etikai kódexekkel is. Nem foglalunk állást a különféle világvége-forgatókönyvekkel kapcsolatban – aki ilyeneket várt, csalódni fog. Egyes példákat azért mellőztünk, mert az olvasó már sokszor találkozhatott velük.

A könyv alapvetően *gazdasági* szemléletű. A címe kissé fellengzős: *Mesterséges intelligencia a gazdaságban*. Arra utal, hogy a hatalmas információ-tömegben elsősorban a gazdasági összefüggéseket kerestük. A mesterséges intelligencia különleges technológia, a piaca különleges szektor, de ugyanazok a gazdasági törvényszerűségek mutatkoznak meg benne, mint a gazdaság más ágaiban. A piacnak van keresleti és kínálati oldala, van termelés és fogyasztás, értelmezhető a kettő közötti egyensúly, a fejlesztésnek és a használatnak vannak különböző kategóriákba sorolható költségei, a termékeknek és szolgáltatásoknak ára van, a szereplők többnyire profitérdekeltek, vannak beruházások és (remélhetőleg) van megtérülés. A rendelkezésre álló erőforrások végesek, sokfelé érvényesül a csökkenő hozadék törvénye, számít a tömegszerszerűségből eredő gazdaságosság, a játékosoknak észszerű döntéseket kell hozniuk. Makro- és mikroszintű kérdések egyaránt felmerülnek: mi lesz a GDP-vel, a munka termelékenységével, milyen szerepet játszon

az állam, mit kell szabályozni és hogyan, mit kell kezdeni a monopóliumokkal, mi történik a nemzetközi együttműködésben, a világkereskedelemben, a globalizációban, a gazdaság különböző szektoraiban, milyen foglalkoztatási problémák jelentkezhetnek, hol gerjedhetnek új politikai feszültségek, mit jelent a társadalmi felelősség az új korszakban. A könyvben az ilyen összefüggések feltárásához, ilyen kérdések megválaszolásához szeretnénk néhány adalékkal szolgálni.

A könyv tizenegy fejezetből áll, a most olvasott *elsőt*, a bevezetést is beleértve. A *második* az MI történetét tekintí át. Nem árt tudni: ami fiatalnak és modernnek tűnik, az valójában már közel hetvenéves. A könyvben felrajzolt történeti ív az 1950-es évek közepén indul, és a mélytanulás, majd a generatív mesterséges intelligencia megjelenésével ér véget. A *harmadik* fejezet a szektor játékosait, fontos közreműködőit mutatja be kazalmetafora használatával. Elsősorban azt vizsgálja, hogy a különböző rétegekben és piaci láncokban hol keletkezik nyereség, hol élesedik a verseny, milyen stratégiák, mozgások figyelhetők meg az ökoszisztémákon belül.

A *negyedik* fejezet az MI gazdasági hatásait vizsgálja. Azt igyekszünk feltárni, hogy eddig milyen mértékben járult hozzá a GDP és a termelékenység növekedéséhez, mire lehet számítani a jövőben, milyen tanulságok vonhatók le egyes korábbi innovációk történetéből. A fejezetet különböző gazdasági szektorokból (gyártóipar, mezőgazdaság, kereskedelem, közlekedés stb.) vett példákkal zárjuk, de ebben a részben foglalkozunk a munkaerőpiaccal, a sokat emlegetett „elveszi a munkánkat?” kérdéssel is. A gazdasági fejlődés fontos feltétele az eredményes és hatékony kutatás és fejlesztés: az *ötödik* fejezet példák felvonultatásával azt vizsgálja, miként segítheti a kutatókat a mesterséges intelligencia.

Ezek után olyan szektorok elemzése következik, amelyek történetében új fejezetet nyithat az MI. Az első az oktatás: a *hatodik* fejezet bemutatja, hogyan érvényesül az üzleti szemlélet ezen a területen, mi történik a számítógépes oktatással, az MI megjelenésével mire számíthatnak a tanárok és a diákok. A *hetedik* fejezet a képzőművészet,

a szórakoztatás és a sport világába viszi az olvasót: ezekben is hatalmas pénzek mozognak, és itt is megkezdődtek az MI által előidézett változások.

A modern technológiának feszült világpolitikai helyzetben kell fejlődnie. Miközben globális szektorról van szó hosszú és bonyolult, országhatárokon, kontinenseken átívelő ellátási láncokkal, nyugalomról és békéről szó sincs, sőt, sokfelé növekszik a feszültség, a piac tele van élesített aknákkal. A *nyolcadik* fejezet az MI körüli politikai szituációt, a különböző érdekcsoportok helyzetét vázolja fel.

A következő két fejezet a szabályozás kérdésével foglalkozik. A *kilencedik* a mesterséges intelligenciához kapcsolódó kockázatokat és mellékhatásokat elemzi – mindkettőből van bőven. A kockázatokat, a tervezett vagy előre nem látott negatív hatásokat kezelni kell: szabályozásra van szükség; hogy milyenre, arról nincs egyetértés, az egyes országok és országcsoportok gyakorlata eltérő, és az illetékesek sokfelé még munkához sem láttak. A szabályozásnak van várható haszna, valamint vannak látható és rejtett költségei. Az Európai Unió mindenestre már lépett, nemrég megszületett az úgynevezett *AI Act*; a *tizedik* fejezet ezt mutatja be nemzetközi összehasonlításban.

Égig nőhetnek a fák? Milyen akadályokba ütközhet a mesterséges intelligencia fejlődése? A könyvet ezzel a témával zárjuk a *tizenegyedik* fejezetben. Korlátok bizony vannak, de kreatív gondolatokból és megoldásokból sincs hiány.

A fejezetek megírásához sokféle forrást használtunk fel, ezek megtalálhatók a forrásjegyzékben. Mivel az MI fejlődése nagyon gyors, a szakkönyvek, lektorált szakcikk megjelenésére pedig sokat kell várni, a szokásosnál nagyobb mértékben támaszkodtunk online forrásokra, ami kétségkívül kockázattal is jár. A forrásokat igyekeztünk egységesen megjeleníteni, de ahol a kiadó határozottan utalt a hivatkozás mikéntjére, próbáltunk észszerű kompromisszumokat találni. Az online forrásoknál általában az internetes címet is megadjuk, bár tapasztalataink szerint a szerzők neve és a dokumentum címe alapján gyorsabban lehet azokat megtalálni, mint valamely hosszú webcím begépelésével.

A szerzőkről

Dr. Bőgel György a Közép-európai Egyetem tanára, habilitált docens. Közgazdász, fő szakterülete az infokommunikációs piac fejlődése, a szektorhoz tartozó vállalatok stratégiája, irányításuk kérdései. Ezekről a témákról tucatnyi könyvet, mintegy százhusz szakcikket és számtalan online írást publikált. Több hazai és külföldi egyetemen tanított vállalatvezetési, stratégiaalkotási, vállalkozási és innovációs tárgyú kurzusokat. Alelnöke volt a Neumann János Számítógéptudományi Társaságnak, elnöke az Ecommerce Hungary Egyesületnek. Az NJSZT-től megkapta a Neumann-díjat. Jelen könyv társszerzőjeként köszönetet mond egyetemi kollégáinak, a CEU céginkubátorában megismert vállalkozások alapítóinak, a munkájához kapcsolódó szakkonferenciák szervezőinek, vállalati ismerőseinek, a tanulmányait megjelentető folyóiratok szerkesztőinek. Többször dolgozott már a Typotex Kiadó felkészült és hatékony munkatársaival, akiknek most is hálával tartozik.

Dr. Nagy Dániel Attila ügyvéd. Fő szakterülete az európai adatvédelmi jog, amit több mint tíz éve művel, emellett szellemi alkotások jogával és a szélesebb értelemben vett digitális technológiák jogi megfeleltetésével is foglalkozik. Rendszeres meghívott előadó különböző konferenciákon, többször szerepelt vendégelőadóként egyetemeken, továbbá számos adatvédelmi jogi és MI-tárgyú cikket publikált. Tapasztalatai jelentős részét egy nemzetközi ügyvédi irodában, majd egy nemzetközi tanácsadó cégnél szerezte, ahol az adatvédelmi jogi és technológiai jogi csoportot vezeti. A pénzügyi szektortól kezdve a hadi, az energia-, a gyógyszer- és a gyártóiparon át a divat- és videójáték-iparig bezárólag sokféle területen működő magyar és külföldi társaságokat támogatott innovatív technológiák bevezetésében, személyes adatok jogszerű felhasználásában, valamint szellemi alkotások védelmében és hasznosításában.

2

NYARAK ÉS TELEK: A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA TÖRTÉNETE

2022 novembere fontos dátum az informatika történetében: ekkor vált gyakorlatilag minden számítógéppel és internetkapcsolattal rendelkező ember számára hozzáférhetővé az OpenAI cég ChatGPT nevű beszélgető robotja. Aki kipróbálta (amit nagyon sokan megtettek), egyszerű emberi nyelven megfogalmazott kérdésekre értelmes, tartalmas válaszokat kapott. A próba során a gép tévedett néha, de nem sokszor, és hajlandó volt helyesbíteni saját magát. Készséggel vállalkozott különböző feladatokra, esszéket írt, kutatott a világhálón, összefoglalókat készített, személyes és szakmai tanácsokat adott különböző problémák megoldásához, vázlatpontokat javasolt tanulmányokhoz, és így tovább.

A gép intelligensen viselkedett, akár azt is kijelenthetjük, hogy sok embernél intelligensebben. Sokan ekkor tapasztalták meg először, hogy milyen egy számítógéppel szóba elegyedni, beszélgetni vele, személyes segítőként használni, és mindezt különösebb informatikai tudás nélkül. Rövidesen megjelentek azok a robotok is, amelyek hasonló szöveges kérésekre képeket alkottak, zenét szereztek, filmeket készítettek a megadott elvárások szerint.

A generatív (fordítsuk alkotónak, létrehozónak) mesterséges intelligencia nem a semmiből jött, és nem is hirtelen, villámcsapásként

jelent meg: több évtizedes fejlesztési munka eredményéről van szó. Megjelenéséhez fel kellett épülnie egy robusztus és kifinomult technikai *infrastruktúrának*, meg kellett születnie a fejlesztéséhez és működtetéséhez szükséges szakmai *tudásnak*. Fejlődése nem volt egyenletes és egyenes vonalú: hol lendületet vett, hol elakadt, a hullámhegyeket hullámvölgyek, a nyarakat telek követték. Ebben a fejezetben ezt a folyamatot tekintjük át nagy lépésekkel haladva, a fontos trendeket és eseményeket kiemelve. Időben az 1950-es évekig megyünk vissza, de ez a lehatárolás önkényes, hiszen az információfeldolgozás története évezredekre nyúlik vissza (Gleick, 2011; Harari, 2024).

...de mi is az az intelligencia?

Mit értünk gépi intelligencián? Mikor tekinthető intelligensnek egy gép? Először azt kellene megmondanunk, hogy mi az emberi intelligencia. Erre sajnos nem tudjuk a pontos választ, és ezért a gépi intelligencia definiálásával is problémáink vannak. Mesterséges intelligenciáról gyakran beszélünk, de nem tudjuk pontosan, hogy mi az.

Alan Turing angol matematikus, a számítógép-tudomány egyik kiemelkedő korai képviselője, az ötvenes évek elején fogalmazta meg a Turing-teszt koncepcióját. A teszt célja annak megállapítása, hogy egy adott gép képes-e olyan válaszokat adni, mint egy ember. A lefolyása tulajdonképpen egyszerű: egy bíráló számítógépes billentyűzeten kérdéseket tesz fel két tesztalanynak, a válaszokat pedig monitoron követi. Az egyik alany ember, a másik gép, ám a bíráló egyiket sem láthatja. Ha a bíráló több kérdés-felelet forduló után sem tudja eldönteni, hogy melyik alany az ember és melyik a gép, akkor a gép sikeresen átment a teszten.

Kimondhatnánk tehát azt, hogy egy gép akkor tekinthető intelligensnek, ha átmegy a Turing-teszten. A helyzet azonban nem ilyen egyszerű. Turing elképzelését számos bírálat érte. Egyesek azt vetették fel ellene, hogy a párbeszéd szimulálása az intelligenciának csak egy

kisebb részét tudja mérni. Mások szerint egy olyan gép is intelligens lehet, amely nem képes emberi módon kommunikálni. Ismét mások arra hivatkoztak, hogy a gép akár „csalhat” is, ha eléggé nagy készlete van előre kidolgozott válaszokból. A problémák ellenére a Turing-teszt gondolata ma is él, gyakran hivatkoznak rá, amikor újdonságok jelennek meg a piacon.

A múltban az emberi intelligenciát a pszichológusok egyetlen mérőszámmal, az IQ-val (*intelligence quotient*) próbálták meg kifejezni. Úgynevezett IQ-tesztekkel igyekeztek megmérni és összehasonlítani az egyes emberek intelligenciáját, többnyire korosztályokhoz igazodva. Ha valakinek nagyobb volt az IQ-ja, több pontot gyűjtött a teszten, akkor azt intelligensebbnek tartották, ami perdöntő lehetett például álláskeresésnél vagy iskolai felvételen. Ha ezt a megközelítést elfogadjuk, akkor az a gép tekinthető intelligensnek, amelyik valamilyen elvárt színvonalon képes megoldani egy IQ-tesztet. Született egy ironikus definíció is: intelligencia az, amit az IQ-tesztek mérnek.

Idővel azonban kiderült, hogy az intelligencia jóval tágabb dolog annál, mint amit az IQ-tesztek mérnek. Használatukat rengeteg kritika érte. Manapság sokan valamilyen meghatározott területen mutatott kompetenciaként vagy kompetenciacsoportként határozzák meg az intelligenciát, ez viszont a definíciók sokféleségét eredményezte.

Az intelligencia sokféleségét hangsúlyozó irányzat egyik kiemelkedő képviselője Howard Gardner, a Harvard Egyetem pszichológusa. A professzor az 1980-as évek elején publikálta első elgondolásait az intelligencia sokféleségéről, arról, hogy különböző embereknek eltérő erősségeik és gyengeségeik lehetnek e téren.

Gardner a következőképpen definiálta az intelligenciát:

- A való életben előforduló problémák megoldásának képessége.
 - Új, megoldásra váró problémák generálásának képessége.
 - Az a képesség, hogy az alany az adott kultúrában értékesnek tartott dolgokat tud előállítani, vagy értékes szolgáltatásokat tud nyújtani.
- Gardner (2006) bizonyos kritériumok használatával nyolc intelli-

genciafajtát különböztetett meg, de továbbiak hozzáadását is fontolóra vette. A nyolcféle intelligencia a következő:

1. *Nyelvi intelligencia.* Az a képesség, hogy valaki szavakat használva gondolkodik, komplex dolgokat tud megfogalmazni valamilyen emberi nyelven.
2. *Logikai, matematikai intelligencia.* A számolás, a kalkulálás képessége, problémák, hipotézisek matematikai-logikai nyelven való megjelenítése és megoldása.
3. *Térbeli intelligencia.* Három dimenzióban való gondolkodás képessége, képek felfogása, átalakítása, módosítása, mozgás vagy tárgyak mozgatása a térben, grafikus információk előállítása és dekódolása.
4. *Testi, testmozgással összefüggő intelligencia.* Objektumok manipulálásának képessége, fizikai képességek.
5. *Zenei intelligencia.* Hangok, dallamok, ritmusok megkülönböztetésének és előállításának képessége.
6. *Interperszonális intelligencia.* Mások megértésének képessége, sikeres interakció más személyekkel.
7. *Intraperszonális intelligencia.* Képesség kellően pontos és reális önkép kialakítására, annak felhasználása a saját élet megtervezésére, célok elérésére.
8. *Természeti intelligencia.* A természetben található minták felismerése, objektumok azonosítása és osztályozása, természeti és ember által készített rendszerek megértése.

Nem valószínű, hogy valaki az intelligencia összes felsorolt változatában kiemelkedő teljesítményt tud nyújtani, viszont gyakran előfordul, hogy egyikünk kimondottan intelligens valamilyen téren (például kifejezően, érzelemgazdagon tud táncolni), másban viszont átlagos vagy éppenséggel átlag alatti (például nehezen boldogul a számokkal). Móricz Zsigmond megemlíti egyik naplóbejegyzésében, hogy felesége, Simonyi Mária, az ünnepezt színésznő képtelen egy egyszerű térképet

értelmezni. Ha a sokféleséget elfogadjuk, azt is kijelenthetjük, hogy a mesterséges intelligencia is többféle lehet: ha egy gépről azt mondjuk, hogy intelligens, hozzá kell tennünk, hogy miben az, és miben nem.

Hullámhegyek és hullámvölgyek

A generatív mesterséges intelligencia, mint a mesterséges intelligencia világának egyik, manapság legnagyobb figyelmet kapó ága, úgynevezett „általános célú technológia” (*general purpose technology*), ami a robbanómotorhoz, az elektromossághoz vagy a számítógépekhez hasonlóan nagyon sokféle célra használható, és ami a társadalmi és gazdasági élet számtalan területén fog megjelenni, illetve már meg is jelent. Az ilyen technológiák nagy *hullámokban*, *innovációs nyalábokban* bukkannak fel és fejlődnek, amelyekben jellegzetes minták figyelhetők meg (lásd erről pl. Freeman–Louçã, 2002). Várható, hogy ezek a minták, szabályosságok a mesterséges intelligencia, és azon belül a generatív változat haladásában is felfedezhetők lesznek, bár az eltelt idő még rövid ennek megítéléséhez. A modellek elemzési célú használata mindazonáltal segíti az eddig történetek megértését és a várható események felmérését.

A venezuelai Carlota Perez egyik írása (2002) szerint egy új általános célú technológia berobbanásához, széles körű elterjedéséhez az alapvető inputok (pl. szén, vas, acél, áram, olaj, chippek) árának radikális csökkenésére van szükség. Ez lehetőséget ad egyes, az olcsó forrásokat nagy tömegben felhasználó iparágak felfutására, ami újabb vállalkozókat vonz az input előállításába, és a tömegszerűség révén tovább javítja a gazdaságossági mutatókat. A mérnökök és a vállalkozók előtt új „tervezési tér” bontakozik ki olcsó és megbízhatóan rendelkezésre álló inputokkal, újfajta eljárásokkal és technikai modellekkel. Megindul az inputokra alapozott termékek terjedése (vasút, elektromos cikkek, autó, számítógépek stb.), ami „begerjeszti” az értékesítésükkel, szervizükkel, használatuk megkönnyítésével foglalkozó, kiegészítő iparága-

kat és szolgáltatásokat, valamint nyilvánvalóan új infrastruktúrára is szükség lesz.

Az inputokat előállító, az új termékeket „hordozó”, a kiegészítő és az infrastrukturális iparágak öngerjesztő összjátéka, pozitív növekedési spirálja (Gates, 1995), a tanulási görbén való előrehaladás, a tömegtermelés gazdaságossága, az innovátorokat csábító extraprofit lendületbe hozza a gazdaságot.

Az új termékek és technológiák tervezéséhez, előállításához, elosztásához és használatához új vezetési, oktatási és egyéb rendszerekre, ideológiákra, szabályokra, életstílusra, kultúrára, kormányzásra, politikai rendre van szükség. A rohamosan növekvő, nagy nyereséget zsebre vágó új iparágak és cégek mindent latba vetnek ezek megteremtése érdekében: terjesztenek, propagálnak, lobbiznak, magyaráznak, példát mutatnak, és így tovább. Mivel a régi rend szükségképpen ellenáll, az új harmónia mindenféle csatározások közepette, nemritkán vérben és verítékben születik meg. A korábbi, lassuló, hanyatlásnak induló iparágak és a hozzájuk kapcsolódó rendszerek munkásai, alkalmazottai utcára kerülnek, szakértelmek, képességek értéktelenednek el, társadalmi és politikai feszültségek keletkeznek, összeütközések robbannak ki; utcán, kávéházban, parlamentben heves viták dőlnek mindenféle szabályozási, gazdaságpolitikai, vámügyi és egyéb kormányzási kérdésekről. Az események lefolyását természetesen sajátos helyi körülmények (politikai, földrajzi helyzet, történelmi múlt, nyelv, fontos közszereplők egyénisége stb.) is befolyásolják. A hullám beindul, kiterjed, „teremtő rombolást” (Schumpeter, 1980) idéz elő.

Az alapvető és kiterjedt változásokat gerjesztő technológiák életciklusa a következő tipikus fázisokra bontható.

- *Lappangás.* Az új technológia kísérleti, laboratóriumi fázisban van. Megszületnek az első, később visszatekintve meglehetősen kezdetlegesnek látszó prototípusok. Megtartják az első termék-bemutatókat, bejegyeztetik az első szabadalmakat. Mindenféle alkalmazási kísérleteket végeznek, de a technikatörténeti mun-

kákból látható, hogy a feltalálóknak, tudósoknak gyakran fogalmuk sincs arról, hogy mire is lehet majd az újdonságot használni, a közönségről nem is beszélve. Ez a fázis akár egészen sokáig tarthat, az innováció hatóköre nagyon szűk, az újdonságok a gyakorlati életben alig láthatók.

- *Bizonyítás.* Bizonyosságot nyer a *technikai* megvalósíthatóság. Az új technológiák és termékek életképesnek mutatkoznak, méghozzá nemcsak technikai szempontból, hanem *üzleti* is: sikerül tömeges érdeklődésre számot tartó alkalmazási módokat találni, van kereslet, a befektetések megtérülnek, nyereséget lehet csinálni. Az újdonságoknak híre megy, egyre többen érdeklődnek iránta, vevők és vállalkozók egyaránt. Ez az a pillanat, amikor a nagy gazdasági-társadalmi hullám megindul.
- *Berobbanás.* Elkezdődik az inputok, a vivő, hordozó és kiegészítő iparágak fentebb leírt, pozitív fejlődési spirált eredményező összjátéka. Innovátorkörökben általános a lelkesedés, a nagy nyereség reménye sokakat csábít, magasba szökken a gründolási láz. Egyre több új vállalatot alapítanak. A vezető iparágak képviselői feszegetni kezdik az őket körülvevő intézményi, szabályozási, kulturális és egyéb korlátokat. Feszültségekkel terhes időszak ez, hiszen az előző hullám éppen a hanyatló szakaszába érkezik, egyes társadalmi csoportok (szakmák, vállalatok, intézmények) emelkednek, mások süllyednek. Az új technológia kilép a maga szűkebb köreiből, az általános átrendeződés megkezdődik.
- *Növekedés.* Az új technológiák és az új termékek mostanra közismertek és általánosan elfogadottak, a hétköznapi élet részévé válnak, domináns rendszert alkotnak. Rohamosan bővül az alkalmazási lehetőségek köre. Az új vállalatok közül egyesek óriásira növekednek (e tekintetben mindig az adott kor dimenzióiban kell gondolkodni), vezetőik társadalmi példaképekké válnak. A hangulat néha annyira euforikus, hogy a fejlődésben irracionális elemek is megjelennek. Az általános emelkedő trendre divathullámok, „őrületek” periódusai rakódnak rá, egyesek az általános és

tartós aranykor beköszöntét jövendölik. A társadalomban, a politikában, a vállalatvezetésben, az oktatásban, a kultúrában, a törvényhozásban és a szabályozásban mélyreható változások mennek végbe.

- *Lassulás.* A domináns technológiák beérnek, a fejlődésük már nem revolúciós, hanem evolúciós jellegű. A hirtelen meggazdagodás kora lezárul, a telítődő piacok, a heves verseny lefelé szorítják a jövedelmezőséget. Egyes források kiapadnak, megdrágulnak. A piacon a túlkínálat jelei mutatkoznak, amit a vevők megéreznek, és igyekeznek kihasználni megerősödött alkupozíciójukat. A mezőny konszolidálódik, egyre gyakoribbak a felvásárlások és összeolvadások. Nem ritkák a csődök sem. Ez ismét nehéz időszak, még hozzá leginkább azoknak, akik a megelőző fázis eufóriájához, magas növekedési és jövedelmi számaihoz, az azokkal együtt járó társadalmi státuszhoz és érdeklődéshez szoktak hozzá, és most kicsúszni érzik a lábuk alól a talajt. Újabb radikális lépésekre, strukturális alkalmazkodásra van szükség. A lassulás egyre határozottabban érzékelhető az egész gazdaságban, a társadalom nyugtalan, sűrűsödnek a pesszimista előrejelzések. Mindeközben a fű alatt már ott lappanganak az új technológiák, amelyek bizonyítás után „berobbanhatnak”, és a maguk képére formálhatják a világot.
- *Érettség.* Egy hullám végén „hanyatlásnak” kellene bekövetkeznie, de szándékosan nem használjuk ezt a szót. Vannak esetek, amikor egy technológia a hozzá tartozó termékekkel együtt egyszerűen eltűnik a hullám végén (kik használnak ma gőzgépet?). Az sem elképzelhetetlen viszont, hogy valamilyen impulzus hatására újjáéled, például azért, mert a termékekhez új felhasználási módot találnak, azok életpályája újraindul.

Feltehetjük a kérdést: ilyen pályát járt be eddig a generatív mesterséges intelligencia, illetve általában a mesterséges intelligencia, és ha igen, várható, hogy a további fejlődése is hasonló szabályosságokat

mutat majd? Kétségtelen, hogy az eddig történtek a fenti modell alapján is értelmezhetők, de a jövőt illetően nyilván csak nagyon óvatosan szabad nyilatkozni.

A modell egyébként hasonlóságot mutat az infokommunikációs piac elemzésével foglalkozó Gartner cég *hype* (felhajtási) ciklusával. E modell szerint az ígéretes vagy legalábbis annak látszó innovációk megjelenésük után nagy figyelmet keltenek, mindenféle radikális elvárásokat, sokszor illúziókat gerjesztenek; a csúcspont után azonban kiábrándulás következik, kiderülnek az újdonságok problémái és korlátai, majd ami túléli ezt a mélypontot, az idővel megtalálja a maga helyét, észszerű felhasználási módjait. A csodavárás elmúlik, józanabb periódus következik. A cikluson nem minden innováció fut végig, hiszen az újításoknál mindig ott van a kudarc, a bukás lehetősége is.

A Gartner 2023. évi, a mesterséges intelligenciához készített hype-görbéjének csúcspontján (vagyis a láz, a felhajtás közepén) a generatív mesterséges intelligencia állt, amiből arra következtethetünk, hogy a fentebb leírt modellben a berobbanás és a növekedés fázisaiban járhatunk. 2024-ben már valamiféle lassulás jelei is mutatkoztak, de nem kizárt, hogy ez csak átmeneti jelenségnek bizonyul. Az MI 2023-as hype-görbéjének kiábrándulási mélypontján az önvezető járművek találhatók. Való igaz, hogy a velük kapcsolatos korábbi jóslatok egyelőre nem váltak be, tömeges alkalmazásról még nincs szó, bár a modern autók tényleg egyre több intelligens szolgáltatást nyújtanak (lásd erről a 4. fejezetet). A számítógépes látás (*computer vision*) viszont már beérett és jól használható technológiaként jelenik meg a ciklus végén, az emelkedő szakaszban.